

Para ver el mundo en un grano de arena

Microfósiles bajo la lupa

Hugo Corbí Sevilla

Universidad de Alicante

Observar determinados sedimentos bajo el microscopio nos permite contemplar una gran variedad de microfósiles cuyo estudio es clave para conocer la historia de la Tierra y de la vida. En este artículo se propone desarrollar un taller de micropaleontología en los laboratorios de ciencias experimentales dentro de la enseñanza de las ciencias de la Tierra en la ESO.

PALABRAS CLAVE

- CIENCIAS DE LA TIERRA
- MICROPALAEONTOLOGÍA
- FÓSILES
- LABORATORIO
- TALLER

*Para ver el mundo en un grano de arena
y el cielo en una flor silvestre;
abarca el infinito en la palma de tu mano
y la eternidad en una hora.*

Fragmento de *Augurios de inocencia*
(William Blake)

Cuando observamos una estrella es como si viajáramos en el tiempo. Esa luz que nos llega de las estrellas lejanas fue emitida hace millones de años. Igualmente, la luz que nos llega del Sol es

la radiación electromagnética que emitió nuestro astro hace unos pocos minutos. A escala planetaria, en la Tierra, en este «punto azul pálido» (como la denominaba el astrónomo y divulgador científico Carl Sagan), cuando examinamos una roca y la miramos con «ojos de geólogo o paleontólogo» también tenemos la posibilidad de viajar en el tiempo. Todas las características de una roca sedimentaria –y en particular los fósiles que puede contener– nos permiten explorar la historia de la Tierra y de la vida, una historia de más de 4.500 millones de años.

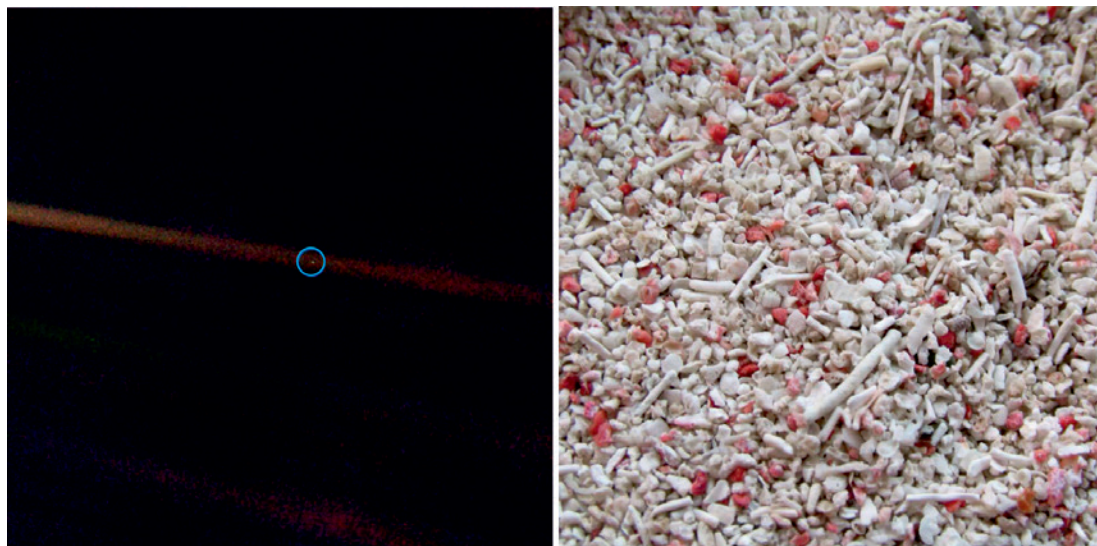


Imagen 1. A la izquierda, la Tierra desde la Voyager 1. A la derecha, muestra de arena de Puerto Morelos

Observar microfósiles bajo el microscopio, o incluso simplemente un poco de arena recogida de la playa, puede suponer no solo el enorme placer estético que implica contemplar una diversidad de texturas, formas y colores, sino también acercarnos a una fuente de abundante e interesante información con la que profundizar en la historia de la Tierra, y movernos en esa imaginaria máquina geológica de viajar en el tiempo que es la paleontología. En pocas palabras, los microfósiles, esos minúsculos «granos de arena», son esas pequeñas «conchas» que pueden responder a grandes cuestiones de la historia de la vida en nuestro planeta.

En la imagen 1 encontramos dos posibilidades (escalas planetaria y micro) de evocar el verso «para ver el mundo en un grano de arena» del poema «Augurios de inocencia» de William Blake. A la izquierda, la Tierra vista como un punto azul pálido por la sonda espacial Voyager 1, en 1990, «un solitario grano en la gran y

envolvente penumbra cósmica» (Sagan, 1995). A la derecha, una muestra de arena procedente del sistema arrecifal Puerto Morelos (mar del Caribe, México), donde la mayor parte de los granos de arena son foraminíferos.

EL POTENCIAL DIDÁCTICO DE LOS MICROFÓSILES

La utilización de los microfósiles en los laboratorios de ciencias de secundaria es un excelente recurso didáctico para mostrar al alumnado, de forma directa, cómo se desarrollan todas las fases de un trabajo geocientífico (en este caso, paleontológico). A través de este tipo de talleres, los

■
**Los microfósiles pueden
 responder a grandes cuestiones
 de la historia de la vida en
 nuestro planeta**

alumnos y alumnas pueden adquirir una panorámica de las fases del trabajo de investigación (en este caso, un especialista en micropaleontología), desde la recogida de muestras, pasando por el trabajo de laboratorio (estudio bajo lupa

binocular), hasta la presentación de sus investigaciones en congresos especializados. Entre las posibles aplicaciones didácticas de estos talleres, destacan los trabajos de Arenillas y otros (2000), quienes plantean el uso de los foraminíferos para



Cuadro 1. Secuencia de actividades tipo de un taller de micropaleontología (basado en Corbí y otros, 2012)



Actividad 1. Exposición teórica (conceptos básicos)	Contenidos conceptuales a) Petrología y sedimentología (escala del tiempo geológico, tipos de rocas sedimentarias, principales ambientes sedimentarios). b) Micropaleontología (tipos de microfósiles, grupos y modo de vida de los foraminíferos, datación relativa de rocas, bioestratigrafía y reconstrucción paleoambiental).
Actividad 2. Itinerario de campo (recogida de muestras)	Contenidos conceptuales Principios básicos de la geología, cuestiones elementales de estratigrafía (sección estratigráfica, contenido fósil y estructuras sedimentarias). Contenidos procedimentales Recogida en afloramiento de muestra inalterada de marga (aproximadamente 500 gramos). Materiales Afloramientos idóneos para muestrear de carácter marino. Utilizar, a ser posible, martillo de geólogo, gafas protectoras y bolsas de plástico.
Actividad 3. Procesado de la muestra en laboratorio (levigado)	Contenidos procedimentales a) Disgrega la muestra sumergiéndola en recipientes con agua y añade una pequeña cantidad de agua oxigenada (unos pocos centilitros), lo cual favorece el proceso de disgregación; b) Tras 24 horas, lavado de la muestra a través de dos tamices, colocados de mayor a menor luz de malla, hasta que el agua que salga por el último tamiz esté prácticamente limpia (habitualmente 5 minutos); c) Recogida y secado en estufa (o bien dejar secar la muestra al aire) el residuo resultante de la fracción de 0,125 mm, depositándolo en vasos o cuencos de laboratorio. Materiales Tamices de luz de malla de 500 y 125 micras (0,500 y 0,0125 mm).
Actividad 4. Observación de la muestra bajo el microscopio	Contenidos procedimentales Identificación, fotografiado, cuantificación y triado de los principales microfósiles (Corbí, 2010). Materiales a) Pinceles muy finos (mínimo tamaño 00 o incluso menor) y pegamento (dilución de agua con «goma tragacanto»), para poder manipular y pegar los microfósiles. b) Portas de tipo micropaleontológico: <ul style="list-style-type: none"> - Actividad complementaria 1 (para muestras muy detríticas): identificar los principales minerales, caracterizar la distribución de tamaños y morfoscopia de granos. - Actividad complementaria 2 (nivel avanzado): análisis paleoecológico de la asociación de foraminíferos (número de especies, cálculo de índices de diversidad, porcentaje de foraminíferos planctónicos con respecto a los bentónicos).
Actividad 5. Fase de trabajo en el aula (trabajo de gabinete y minicongreso científico)	Contenidos procedimentales a) Tratamiento de los resultados (realización de tablas de datos, cálculo de porcentajes e índices de diversidad). b) Elaboración de un artículo científico. c) Ensayo de congreso en el aula con ponencias cortas y turno de preguntas donde el profesor actúa como moderador: básicamente, se exponen y discuten con dinámica de trabajo de grupo, a modo de grupos de investigación, los principales resultados y conclusiones.

Cuadro 2. Secuencia de actividades con sus contenidos, procedimientos y materiales necesarios (recopilación basada en Corbí y otros, 2012)

mostrar cambios paleoceanográficos; así como los de Calonge y otros (2004), que contemplan el ciclo de vida y la morfología de los foraminíferos como introducción a los organismos unicelulares; o, más recientemente, Corbí y otros (2012), quienes emplean los microfósiles como recurso educativo para exponer de forma didáctica y divulgativa uno de los acontecimientos geológicos más importantes de la historia geológica del Mediterráneo: la crisis de salinidad del Messiniense. Tomando como ejemplo la secuencia de actividades propuesta por estos últimos autores, un taller basado en microfósiles puede quedar estructurado en cinco sesiones, cuyos contenidos conceptuales y procedimentales son expuestos en los cuadros 1 y 2 en las páginas anteriores (véase Corbí y otros [2012] para una descripción detallada de los mismos).

VENTAJAS, NECESIDADES Y PROPUESTAS DE UN TALLER CON MICROFÓSILES

A continuación, se exponen brevemente las ideas fundamentales, a modo de reflexión, que muestran la idoneidad del uso de talleres de micropaleontología en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la Tierra. Se muestran también las necesidades, exigencias y dificultades que acompañan a este tipo de talleres, explicando la forma de abordarlas y superarlas en el marco de la aplicación de este tipo de talleres

■

A través del taller, el alumnado observa las fases de la investigación del especialista en micropaleontología

en los laboratorios de ciencias en la enseñanza secundaria.

Los materiales con los que se realiza el taller (el punto de partida) son un tipo de roca sedimentaria abundante en la superficie terrestre. Probablemente la exigencia principal para el buen desarrollo del taller sea conocer afloramientos de margas idóneos (de carácter marino) que contengan suficiente cantidad de microfósiles para que pueda implementarse el taller. Con objeto de superar esta limitación, se puede consultar a los especialistas en geología de la región, o bien, si se tienen conocimientos en la materia básicos, utilizar los mapas geológicos editados por el Instituto Geológico y Minero de España para encontrar material con microfósiles. Una alternativa más directa es comenzar el taller directamente con el material ya procesado (tamizado) que puede ser facilitado directamente por micropaleontólogos especialistas.

La extracción de microfósiles se realiza con una técnica sencilla denominada «levigado». Debido a su tamaño microscópico (entre algunos milímetros y algunas decenas de micras, μm), los microfósiles solo se pueden observar con lupa binocular o microscopio. Antes de su observación han de separarse de los materiales que los incluyen (habitualmente margas) mediante el levigado, una técnica micropaleontológica de procesado en laboratorio en la que a través de un tamizado en húmedo se obtiene una fracción representativa de la muestra donde son abundantes los microfósiles (para una descripción detallada remitimos a Caracul y otros, 2004). Para este tipo de procesado son necesarios tanto reactivos de fácil acceso (agua oxigenada principalmente) como tamices de laboratorio con luces de maya de 500 y 125 micras (el tamaño que tienen la

mayor parte de los microfósiles). En ausencia de estos se puede llevar a cabo con coladores de los que se utilizan habitualmente en cocina, o incluso con papel de filtro para emular el tamiz de luz de malla menor.

El trabajo con lupa binocular es de carácter manipulativo y práctico, fomentando el trabajo en equipo. Esta actividad –quizá la que más motiva al alumnado– incluye la visualización y estudio con lupa binocular de la muestra (herramientas didácticas en Corbí y otros, 2012). Es aquí donde **el alumnado, organizado en grupos de trabajo (cuatro o cinco alumnos, a modo de grupos de investigación), observa y caracteriza el sedimento**, identificando los principales microfósiles (mayoritariamente foraminíferos, pero también ostrácodos, espículas de esponja, radiolas de erizo, etc.). Durante esta fase de trabajo, también pueden proponerse dos actividades complementarias para el desarrollo del nivel avanzado del taller: análisis de componentes inorgánicos basado en Corbí y Martínez-Martínez (2015) y análisis paleoecológico (Corbí y otros, 2012). Para poder manipular los ejemplares de microfósiles se requieren materiales accesibles tales como pinceles muy finos (mínimo tamaño 00 o incluso menor) y una dilución de agua con «goma tragacanto» (un producto natural utilizado en repostería que se suele encontrar fácilmente en sitios especializados de venta de productos culinarios). También se requiere material de laboratorio más específico que por su elevado coste pueden superarse fácilmente a través de la elaboración propia de portas de tipo micropaleontológico en el aula y plantearse como actividad complementaria (ver propuesta en Phillips, 2011). Otra opción más sencilla y rápida es ubicar y pegar los microfósiles identificados en una cartulina sobre fondo negro.

El trabajo con lupa binocular es de carácter manipulativo y práctico, fomentando el trabajo en equipo



Los foraminíferos son el grupo de microfósiles idóneo para el taller (imagen 2). De entre todos los microfósiles presentes en sedimentos, destacan los foraminíferos (habitualmente denominados «forams»). Se trata de unos organismos unicelulares del grupo de los protozoos del tamaño de un grano de arena, razón por la que fueron apodados «living sands» por la bióloga Lynn Margulis. Estos microfósiles son muy abundantes (un centímetro cúbico de sedimento puede

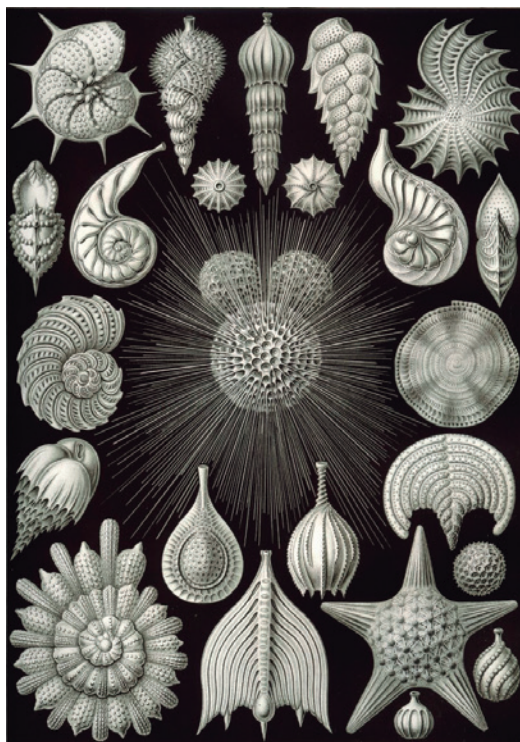


Imagen 2. Ilustraciones de foraminíferos realizadas por Ernst Haeckel, en el siglo XIX

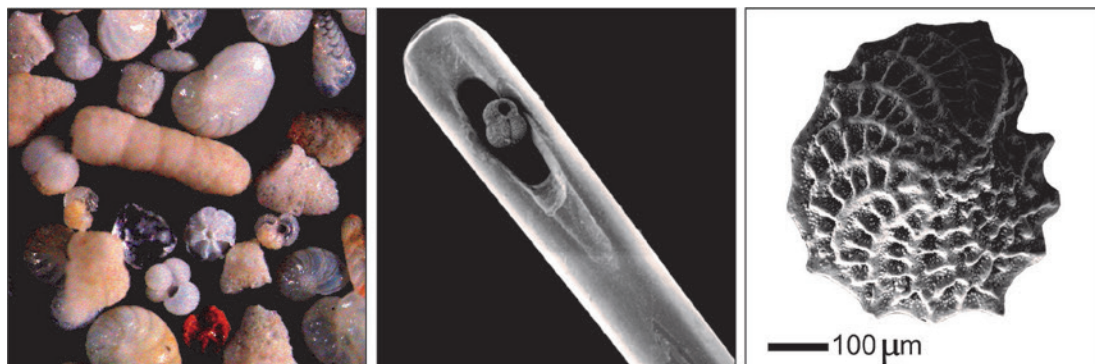


Imagen 3. Foraminíferos vistos a distintas escalas. De izquierda a derecha: vista a través de la lupa binocular, en la parte final de una aguja e imagen obtenida con microscopio electrónico de barrido

contener cientos de ejemplares) y diversos (hay más de diez mil especies reconocidas). Muchos de ellos generan un caparazón calcáreo y, en estos casos, fosilizan con cierta facilidad. Todas estas características confieren a este grupo no solo un alto potencial científico para, por ejemplo, estudiar la edad de las rocas (bioestratigrafía), analizar la contaminación en medios marinos actuales o conocer los cambios climáticos de la Tierra (reconstrucciones paleoambientales), sino que también los convierten en un excelente recurso didáctico y divulgativo en la enseñanza de la paleontología (Calonge y otros, 2004; Corbí y otros, 2012).

El desarrollo de este tipo de talleres de carácter científico permite no solo proporcionar un acercamiento directo al mundo físico abordando conocimientos científicos relacionados con la geología (competencias básicas en ciencia y tecnología), sino también la confluencia de tareas de tipo transversal como el tratamiento de resultados en tablas, gráficos, etc. a través de herramientas de procesamiento de datos (competencias matemática y digital); la elaboración de un informe con la clásica estructura de artículo científico, separando claramente los resultados de las interpretaciones y la

discusión (competencia en comunicación lingüística); y el proyecto de un minicongreso, desarrollado en el aula con presentaciones en grupo –cortas e ilustrativas– y un turno de preguntas donde el docente actúa de moderador, fomentando así el sentido de la iniciativa y un espíritu crítico (aprender a aprender). Además, de forma opcional puede proponerse un itinerario de campo geológico que incluya la recogida de muestras y durante el cual se expongan de forma práctica nociones básicas sobre petrología sedimentaria, sedimentología y micropaleontología (al respecto, consultar Calonge y otros, 2004; Corbí y otros, 2012; Corbí y Martínez-Martínez, 2015, como recursos bibliográficos básicos). Por último, para la preparación del itinerario de campo recomendamos el monográfico «Actividades de campo» de la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, núm. 19(1).

Como se ha comentado en el párrafo anterior, [este taller de micropaleontología permite progresar en varias competencias básicas que aparecen en el marco legal para educación primaria \(Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero\)](#), dando continuidad a la formación que reciben los estudiantes en la etapa de educación secundaria.

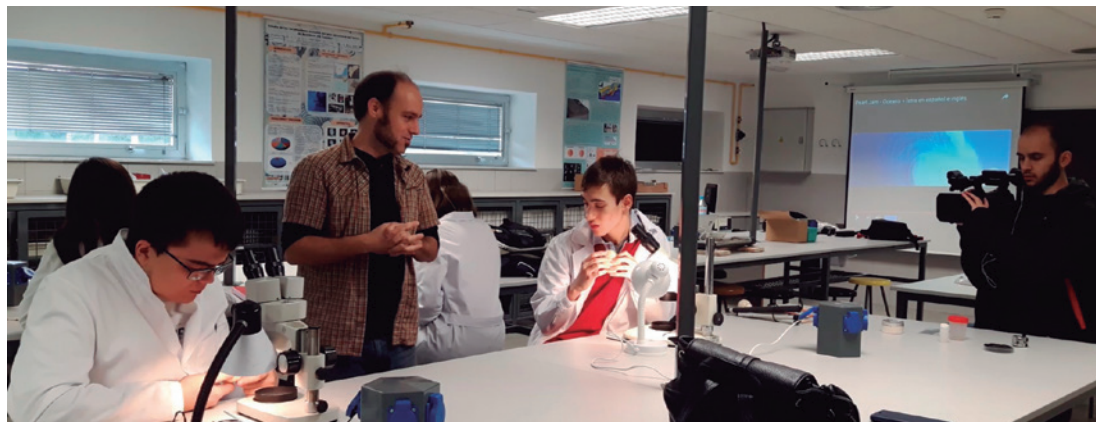


Imagen 4. Taller de micropaleontología del II Campus Científico organizado por la ONCE

CONSIDERACIONES FINALES

Las ideas claves que integran el taller propuesto son fruto de la experiencia didáctica y divulgativa generada durante los últimos diez años por el autor. En esta línea el taller de micropaleontología se ha implementado en las diversas actividades de divulgación realizadas por el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante.

Entre estas actividades destaca la «Olimpiada de Geología» en su edición de Alicante (2012-2018), donde una versión reducida del taller está siendo empleada para mostrar el trabajo que realizan los paleontólogos, a través de un ejemplo de alto impacto científico y divulgativo como es el caso de la crisis de salinidad del Messiniense y la posible desecación de toda la cuenca mediterránea hace seis millones de años (Corbí y otros, 2016).

Durante el año 2017 se llevó a cabo el taller en marco del II Campus Científico (imagen 4), organizado por la ONCE con el objetivo de fomentar la cultura científica en alumnos con

discapacidad visual (Aberasturi y otros, 2018). Para ello se reformularon cuestiones inicialmente más visuales del taller que fueron sustituidas por cuestiones más manipulativas (con el hilo conductor del tacto), ampliando y complementando así la clásica frase «con ojos de geólogo» con la de «con ojos y *manos* de geólogo». Especialmente interesante fue el reconocimiento al tacto de reproducciones a escala de microfósiles, réplicas de tamaño macro de veinte centímetros de diámetro cedidos por la empresa Gealand Patrimonio SL. Otra característica particular de esta versión del taller fue la presentación de la actividad a través de una canción, eligiéndose «Oceans» del grupo Pearl Jam, donde una parte del estribillo «The sea will rise, please stand by the shore» permite evocar la «reinundación del Mediterráneo», evento de inundación catastrófica de toda la cuenca mediterránea acontecida tras la crisis de salinidad del Messiniense, mencionada más arriba.

Más recientemente, en la edición del Geología Alicante 2018 (Crevillent), se adaptó el taller

para el gran público comenzando con el levigado (se llevaron tamices y se reprodujo el proceso de levigado en el propio campo) después de extraer microfósiles de las rocas en una de las paradas donde afloraba un nivel de marga.

El último desarrollo del taller fue en la denominada «La Noche de las Investigadoras», celebrada en 2018 en la Universidad de Alicante, donde a un público diverso constituido principalmente por familias se mostraba de forma divulgativa y en el propio laboratorio de geología de la universidad cómo y en qué materiales se podrían obtener microfósiles para, a continuación, contemplar bajo lupa binocular muestras de sedimento donde eran abundantes los foraminíferos.

Fruto de todas estas experiencias, el taller recibió el primer premio –laboratorio de geología– *ex aequo* en la edición del Concurso Internacional de Ciencia «Ciencia en Acción» celebrado en 2014 en Cosmocaixa (Barcelona). ◀



Nota

- * AGRADECIMIENTOS: Dedico este texto a mis tres granos de arena: Yoliztli, Itzam y Edhai.



Referencias bibliográficas

- ABERASTURI, A. y otros (2018): «Geología para todos: campus de ciencias para alumnos con discapacidad visual». *Libro de actas del XX Simposio sobre Enseñanza de la Geología* (Duque-Macías, J.; Pascual Bernal, A.J. (eds.), Menorca, pp. 143-154.
- ARENILLAS, I. y otros (2000): «El uso didáctico de los foraminíferos en la enseñanza de las ciencias de la Tierra: su distribución paleoceanográfica en el tránsito Cretácico/Terciario». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, núm. 8(2), pp. 108-118.
- CALONGE, A.; GARCÍA, J. (2001): «Los foraminíferos: presente y pasado». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, núm. 9(2), pp. 144-150.
- CARACUEL, J.E. y otros (2004): «Geología en la costa: técnicas de análisis de sedimentos e interpretación de ambientes sedimentarios». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, núm. 12(1), pp. 77-82.
- CORBÍ, H. (2010): *Los foraminíferos de la cuenca neógena del Bajo Segura (sureste de España): bioestratigrafía y cambios paleoambientales en relación con la Crisis de Salinidad del Mediterráneo*. Tesis doctoral.
- CORBÍ, H. y otros (2012): «Los microfósiles y la Crisis de Salinidad del Mediterráneo como recurso didáctico en Ciencias de la Tierra». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, núm. 20(3), pp. 249-261.
- CORBÍ, H.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J. (2015): «Interpretando ambientes sedimentarios: taller de sedimentología con arenas como actividad didáctica de ciencias de la Tierra». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, núm. 23(2), pp. 242-252.
- CORBÍ, H. y otros (2016): «Sedimentological and paleoenvironmental scenario before, during, and after the Messinian Salinity Crisis: The San Miguel de Salinas composite section (western Mediterranean)». *Marine Geology*, núm. 379, pp. 246-266.
- PILLIPS, J. (2011): «Make your own micropaleontology slides». *Micscape Magazine*, agosto, pp. 1-7.
- SAGAN, C. (1995): *Un punto azul pálido*. Planeta. Barcelona.



Dirección de contacto

Hugo Corbí Sevilla

Universidad de Alicante

hugo.corbi@ua.es

Este artículo fue solicitado por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES, en julio de 2018 y aceptado en febrero de 2019 para su publicación.